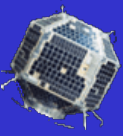


ISHIHARA MASAGI JAMSAT



楽しみいろいろ・・・



JAMSAT

衛星通信の世界にようこそ！



S129E009326

2024.1.28 関西ハムシンポジウム NPO/JAMSAT 衛星通信入門講座 JH4DHX/3 大谷

1

衛星の種類について

- 低軌道衛星(LEO)
AO-7, FO-29, SO-50, AO-91, CAS-10, AO-73, 国際宇宙ステーション(ISS)など
- 長楕円軌道衛星(HEO)
P-3Exなど(打上げ待ち)
- 静止軌道衛星(GEO) Es-Hail2 (QO-100)

【★中継器:トランスポンダ搭載】

どの衛星も、地上局から受信した信号を異なる周波数に変換し、地上局にむけて再送信する。

2

低軌道衛星(LEO)の軌道と周期



軌道の高さ 500Kmから1,000Kmくらい
周期は約90分

3

8

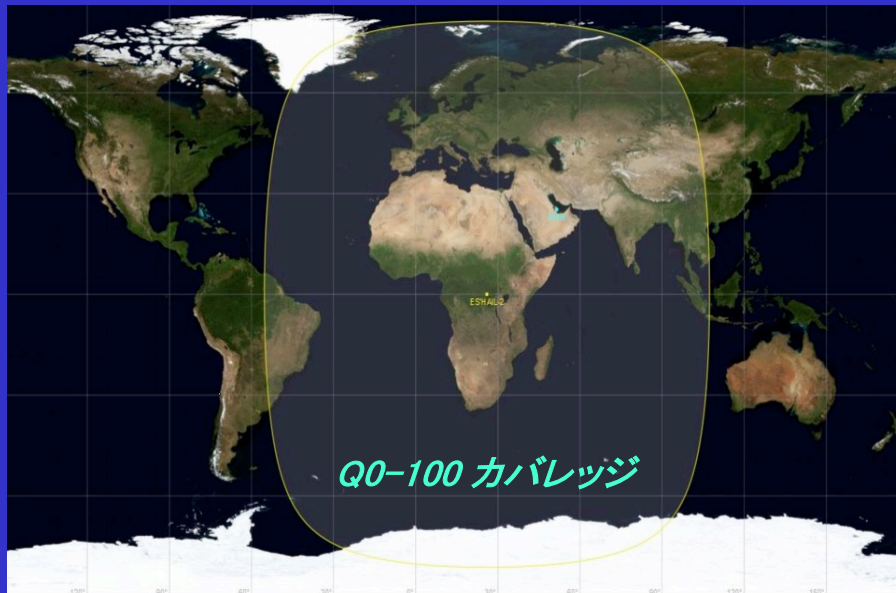
高軌道(超楕円軌道)衛星(HEO)の軌道と周期



一番遠方で、36,000~40,000km 周期8~9時間

4

静止軌道衛星(GEO)のカバーエリア



5

八木アンテナで衛星を追尾

- PCによる自動コントロールで楽チンQSO！

衛星追尾ソフトでアンテナを自動制御

送信・受信周波数も自動制御で、QSOに専念できる

→ 手放し運用が可能

- ・衛星追尾ソフト

CALSAT32 by JR1HUO **公開中止**

ORBITRON

NOVA for Windows SatPC32 など



オスカーハンター+屋下ブリッジ

- ・軌道要素(TLE)

JAMSATのホームページからも入手可能

6

まず衛星のビーコンを聞いてみよう！

ビーコン信号 ♪ は、とても大切な情報源

衛星の健康状態を知ることができる。

衛星の飛行状態を知ることができる。

自局の受信状態を知ることができる。

その他、様々な【基準要素】に使える。

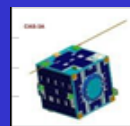
7

衛星からのビーコン信号例

- ・ FO-29からのビーコン



- ・ XW-2Cからのビーコン



- ・ AO-91からの音声IDビーコン & CQ

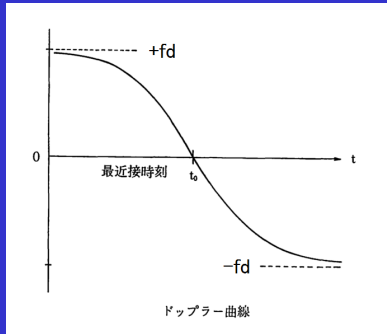


- ・ AO-73からのBPSKビーコン



8

ドップラー偏移(シフト)とは？



衛星の移動に伴い、周波数の変化(ドップラーシフト)が発生する。



- ・145MHz帯で、±3KHz程度
- ・435MHz帯で、±10KHz程度

実際のドップラーシフトの様子(435MHz帯) 

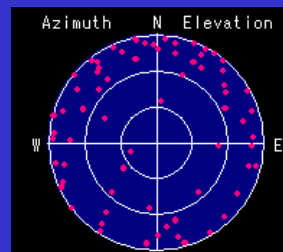


これらのドップラーシフトについて、それぞれ補正(送信・受信)する必要がある。

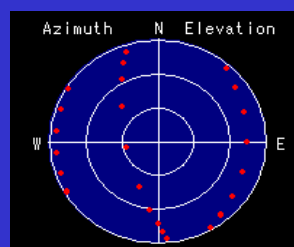
9

見た目の衛星の位置は、地球の自転とともに、序々にずれていく。

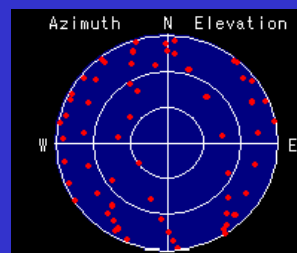
SO-50では



FO-29の3パスを見ると



FO-29の12パスでは・・

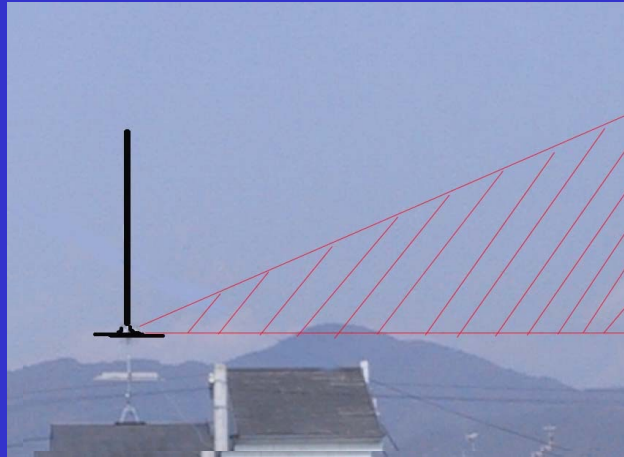


10

どんな設備が必要？

10

- GPアンテナでもQSOが可能です。



11

今ある設備で聞いてみよう。

たとえば、移動用の設備でもOK！



12

八木アンテナで追尾



ベランダからのQRV

430MHz帯の受信にはプリアンプの使用をおすすめします。

トランスポンダの周波数は・・・

モード V/U : アップリンク 2m帯 ダウンリンク 430Mhz帯
モード U/V : アップリンク 430Mhz帯 ダウンリンク 2m帯
モード U/S : アップリンク 430Mhz帯 ダウンリンク 2.4GHz帯
モード L/U : アップリンク 1.2GHz帯 ダウンリンク 430Mhz帯
モード L/S : アップリンク 1.2GHz帯 ダウンリンク 2.4GHz帯

他にもV/Sなど

電波型式は・・・

アップリンク FM /ダウンリンク FM

アップリンク SSB, CW /ダウンリンク SSB, CW

アップリンク SSB /ダウンリンク FM

現在稼働中の衛星の紹介（主なもの）

・ FM衛星

・ SO-50（モードJ） FMレピータ 1対1の交信 

・ ISS（モードJ） FMレピータ 1対1の交信 

・ アナログ衛星

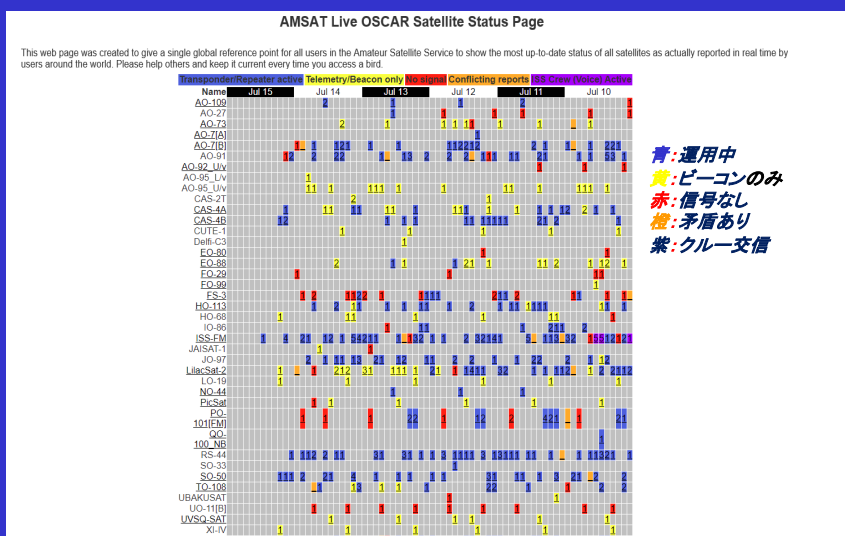
・ FO-29（モードJ） SSB, CW 同時に複数OK 

・ CAS-4B（モードB） SSB, CW 同時に複数OK 

15

☆AMSAT-HP 衛星運用状況レポート

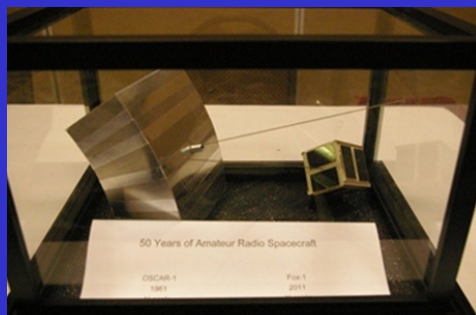
<https://www.amsat.org/status/>



☆各衛星毎に最新の運用状況が確認できる。→ 1コマ2時間分のレポート件数

16

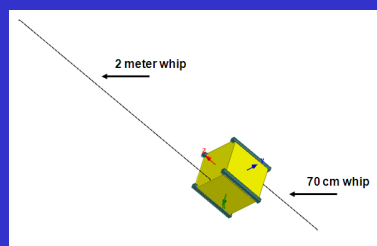
AMSAT OSCAR-1 & FOX 1(A/B/C)



Software Defined Transponder (SDX) communications systems.

OSCAR-1(1961) & FOX-1

Space Frame Size: 10 cm X 10 cm X 10 cm.
Mass: Approximately 1.33 kg, ~ 3 lbs.
Orbit: 600- 800 km, circular, depending on launcher.

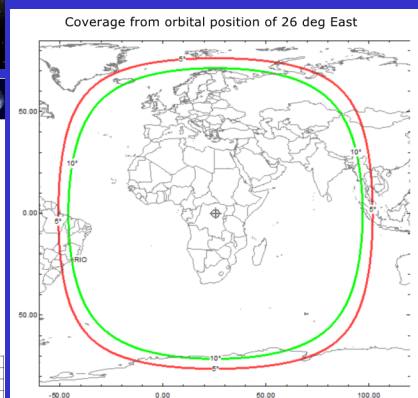
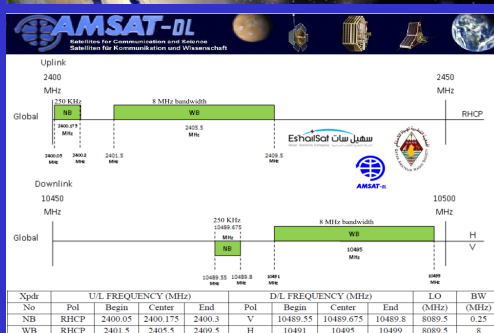


17

ES-HAIL2 (QO-100) 三菱電機が製作 世界発のアマチュア無線通信用静止軌道衛星が誕生！



AMSAT Qatar (カタール)



18

回線設計と簡易受信システム

Launch: Q4 2018 – **Position:** 26 deg East – **Lifetime:** 15+ years

Frequencies narrow band (**NB**) transponder (bandwidth 250 kHz):

	lower end	upper end	polarisation
Uplink	2400.050 MHz	2400.300 MHz	RHCP
Downlink	10489.550 MHz	10489.800 MHz	vertical

Frequencies wide band (**WB**) transponder (bandwidth 8 MHz):

	lower end	upper end	polarisation
Uplink	2401.500 MHz	2409.500 MHz	RHCP
Downlink	10491.000 MHz	10499.000 MHz	horizontal

AMSAT-DL
Satellites for Communications and Science
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft

BATC Uplink Power Budget

Starting point is that an 8 MHz of DVB-S2 transmission will require 100W into a 2.4m dish

	Power Budget (Watts)				
	8 MHz	4 MHz	2 MHz	1 MHz	0.5MHz
2.4m	100	50	25	12.5	6.25
1.7m	200	100	50	25	12.5
1.2m	400	200	100	50	25
0.85m	800	400	200	100	50

Credit M0DTS

AMSAT-DL
Satellites for Communications and Science
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft

**Easy Sat !
Ultra Cheap**

RF - DC - RF only - RF

NB -> (Vertical: 11...14 V
WB -> (Horizontal: 16...20 V

Display Spectrum and listen with SDR# or similar...

19

・QO-100への海外からの運用として、VK9(ココス島)キーリング諸島へのサテライトDXペディションを実施！

JAMSAT有志による海外活動として、昨年11月3～7日の5日間にわたり、ココス島からVK9QOのコールサインでQO-100にQRVし、他の衛星も含め、約1,300局とのサテライトQSOに成功しました。



20

・中軌道衛星 GreenCube (IO-117)

イタリア製の植物研究のために開発された3UのCubasat。衛星高度が5,800kmあり、ヨーロッパ(一部アフリカもフットプリント内)からアメリカまで衛星の視界に入る。シャックに居ながらにして、DX局とのQSOが楽しめる。デジタルモードオンリーが特色の衛星。

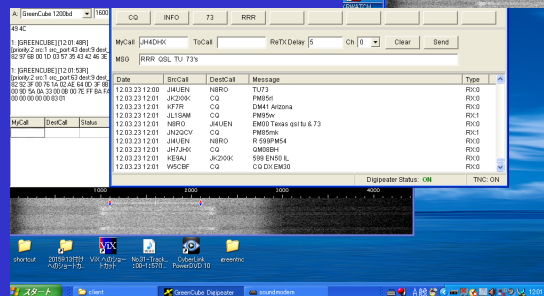
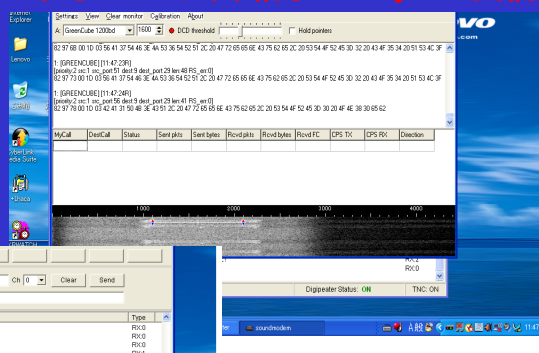


21

QSOの様子 GreenCube (IO-117)

・衛星の可視範囲内にある地上局同士が、IO-117を使って、自局の信号を互いにデジビートすることにより、相手と2wayでの交信が可能となる。

・衛星との距離は、10,000kmを超えることもある。



IO-117パケット信号音

22

ハードウェアTNCは無くてもOK

使うのは、Windows PC+ソフトウェア

ソフトウェアモデムは、

UZ7HOさんのThe Packet Radio TNC

<http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>

sound modem

交信に使うソフトウェアは、

OZ9AARさんのGreen Cube Terminal

<https://www.amsat.se/2023/04/28/greencube-terminal-by-oz9aar/>

UZ7HOさんの、Green Cube TNCもあります

23

衛星の周波数コントロールやローテーター
コントロールは、SatPC32が良いかも

試用版 DK1TBさんのHPからSatPC32 Demoをダウンロード

<https://www.dk1tb.de/indexeng.htm>

立ち上げる際に毎回自分の緯度経度の入力が必要

有料版 AMSAT-NAのHPからダウンロード、\$50

<https://www.amsat.org/product/satpc32-by-electronic-download/>

24

JF1PTU 大澤さんの解説(SatPC32) JAMSAT HPに掲載

https://www.jamsat.or.jp/wordpress/USER/衛星%20トラッキングソフト/SatPC32_SatPC32ISS%20APP.pdf

設定が詳しく書かれているのでFB

後半にGreenCubeの解説もあります

25

GreenCube TNC画面

Date (UTC)	From	To	Message	Type
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	UN7CL	RRR UR 599 QSL?	TX:5
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	UN7CL	RRR UR 599 QSL?	RX:5
13.02.23 12:33	N3GS	JH4DHX/3	599 EM28 Kansas	RX:0
13.02.23 12:33	N3GS	JH4DHX/3	599 EM28 Kansas	RX:0
13.02.23 12:33	JA5BLZ	K7MT	599 PM63	RX:0
13.02.23 12:33	JN1BPM	CQ	PM95p	RX:0
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	TX:5
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	TX:5
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	TX:5
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	RX:5
13.02.23 12:33	N3GS	JH4DHX/3	599 EM28 Kansas	RX:0
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	TX:5
13.02.23 12:33	JR6RMK	CQ	PL36uf	RX:0
13.02.23 12:33	K7MT	R4WR	599 MT DN46 OP Bill	RX:5
13.02.23 12:33	JH4DHX/3	N3GS	RRR UR 599 QSL?	RX:5
13.02.23 12:34	JO1LVZ	CQ	PM95	RX:0
13.02.23 12:34	UN7CL	CQ	MO44gw	RX:5

未交信
呼び出し
応答
受信信号
交信済

12.02.23 22:02 JH4DHX/3 ALL PM74TU Yoshi, Osaka TX:5
12.02.23 22:02 JH4DHX/3 ALL PM74TU Yoshi, Osaka TX:5
12.02.23 22:03 JH4DHX/3 ALL PM74TU Yoshi, Osaka TX:5
12.02.23 22:05 JH4DHX/3 ALL UR 599 Yoshi, Osaka QSL? TX:5
12.02.23 22:06 JH4DHX/3 ALL TNX FB QSO ! 73 TX:5
12.02.23 22:06 JH4DHX/3 ALL RRR UR 599 QSL? TX:5
12.02.23 22:08 JH4DHX/3 ALL TNX FB QSO ! 73 TX:5
12.02.23 22:08 JH4DHX/3 JA0FKM/1 TNX FB QSO ! 73 TX:5
12.02.23 22:08 JH4DHX/3 JA0FKM/1 TNX FB QSO ! 73 TX:5
13.02.23 09:49 JH4DHX/3 ALL PM74TU Yoshi, Osaka TX:5
13.02.23 09:49 JH4DHX/3 ALL UR 599 Yoshi, Osaka QSL? TX:5
13.02.23 09:49 JH4DHX/3 ALL TNX FB QSO ! 73 TX:5

13.02.2023 12:12:31:JH4DHX/3:JO1LVZ:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:22:47:JH4DHX/3:GOABI:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:26:03:JH4DHX/3:N7BT:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:27:39:JH4DHX/3:R4WR:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:37:27:JH4DHX/3:JN1BPM:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:43:49:JH4DHX/3:JG2BRI:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:47:07:JH4DHX/3:BA1PK:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:47:41:JH4DHX/3:KG0D:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:52:03:JH4DHX/3:JF1PTU:599:599:::435.310:PKT::
13.02.2023 12:57:52:JH4DHX/3:JG2TSL:599:599:::435.310:PKT::

通信パケットのモニター

交信ログ

26

いろんな楽しみ方 その1

・設備の自動化

アンテナ制御、周波数制御、



・アンテナ製作、実験

周波数が高いので、比較的製作が楽。



27

いろんな楽しみ方 その2

・パケット通信

使わなくなったTNCを陽の目に！

デジタル衛星

UIデジピート、**遅延デジピートQSO** (※)

・BBS

ISSのメールBOXへのアクセス

・SSTV

SSTV画像(画像メッセージ)

28

AMSAT結成60周年を記念して、ISSからSSTV
による祝賀メッセージ画像の送出が行われた。



29

いろいろな楽しみ方 その3

国際宇宙ステーションからの運用

☆ARISSスクールコンタクト

☆宇宙飛行士によるランダムQSO

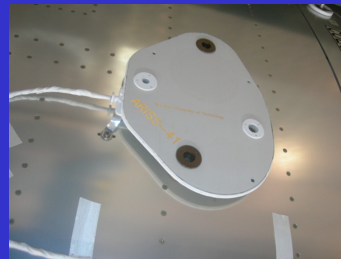
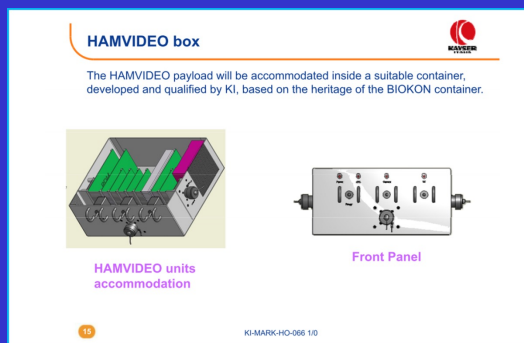
☆HAM-TV(アマチュアデジタルテレビ)

※ISSからの画像配信等

2.4GHzのダウンリンク

30

HAM-TV AMSAT Italia ARISSスクールコンタクト用 としてデジタルアマチュアテレビ の機器をISSに設置・運用予定



31

いろんな楽しみ方 その4

- QSOで、、
どこでもローカルQSO
でも、FMではゆっくり喋れない・・・
- アワードで、、
SATの特記、DXペディションでも簡単QSO！



JAMSAT 50周年記念AWARD

※すでに発行は、終了しています。

現在 新しいアワード発行を計画中！

32

いろんな楽しみ方 その5

・衛星を使う以外の楽しみ方は？

- ・衛星を作る。★日本大学衛星への搭載
【JAMSATによるトラボン・
5.8GHz帯CWビーコンの製作】
- ・衛星の状態を知り、分析する。
- ・衛星からのテレメトリやダウンリンク
データを収集する。（CubeSat）

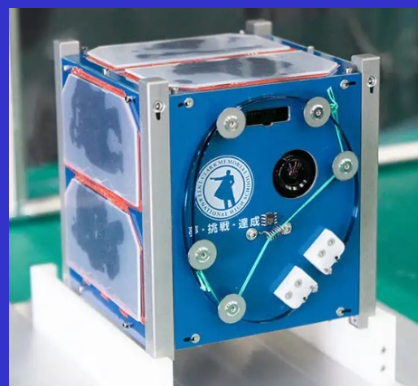
33

高校生(クラーク記念高等学校)の生徒たちが作ったCubesat (clarksat-1)



出典:クラーク記念高等学校 clarksat-1ホームページから

- ・ JS1YLT
- ・ 435.130MHz

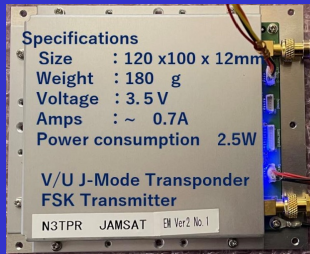


出典:クラーク記念高等学校 clarksat-1ホームページから

- ・ ダウンリンク
CWおよびパケットデータ
(4K8/GMSK)
衛星カメラ、デジトーカの運用

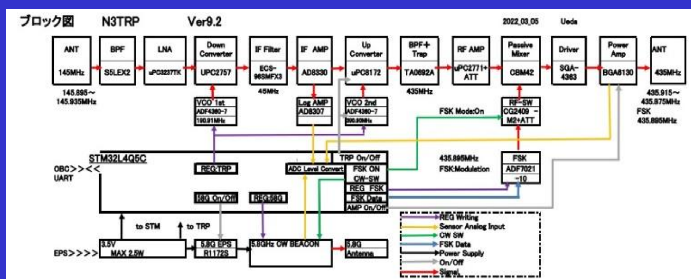
34

JAMSATで開発中の次期トランスポンダ Ten-Koh 2 (日大衛星に搭載予定)



① Jモード中継器

② 5.8GHz帯
CWビーコン

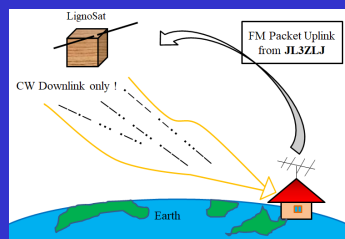


35

木造人工衛星 LignoSat@京都大学

LignoSatは宇宙開発におけるカーボンニュートラルへの第一歩

LignoSatは、宇宙開発における
木材の使用可能性を検証する実験衛星。



LignoSat 地上試験用モデル(EM)

FM/パケットでアップリン
クしたら
CWで受信確認を返す

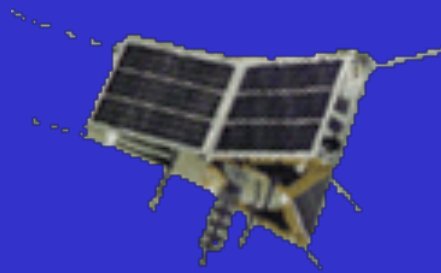
2024年秋以降にISSから
放出予定

36

現在、打ち上げ待ちの待機衛星

☆ P3-Eが上げればにぎやかに、
引き続き、今後のうごきに大いに期待！

- **P-3Express** AMSAT-DL 打ち上げコストが高く、資金不足のため、乗せるロケットがまだ決まりません・・・



長楕円軌道、、AO10, AO13, AO-40などと同じ

37

長楕円軌道衛星のカバーエリア



38

ご清聴、有難うございました。

参照ホームページ、資料など

JAMSAT

AMSAT AMSAT-DL

NASA JAXA JARL CAMSAT

CQ ham radio

NPO - JAMSATは衛星通信を
サポートしています。



NPO法人日本アマチュア衛星通信協会